

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2941952号

(45) 発行日 平成11年(1999) 8月30日

(24) 登録日 平成11年(1999) 6月18日

(51) Int.Cl.⁹

G 0 2 B 27/54

識別記号

F I

G 0 2 B 27/54

請求項の数 8 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-501292

(86) (22) 出願日 平成 8 年(1996) 6 月 5 日

(65) 公表番号 特表平10-510373

(43) 公表日 平成10年(1998)10月 6 日

(86) 国際出願番号 P C T / U S 9 6 / 0 8 8 0 3

(87) 国際公開番号 W O 9 6 / 4 1 2 2 4

(87) 国際公開日 平成 8 年(1996)12月19日

審査請求日 平成10年(1998) 2 月13日

(31) 優先権主張番号 4 7 3 , 7 5 9

(32) 優先日 1995年 6 月 7 日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(73) 特許権者 999999999

シリコン・ライト・マシーンズ
アメリカ合衆国、カリフォルニア州
94089-1208、サニーベイル、モフェッ
ト・パーク・ドライブ 385、スイート
115(72) 発明者 ステイカー、ブライアン・ビー
アメリカ合衆国、カリフォルニア州
94306、パロ・アルト、パーク・ブール
バード 3833、アパートメント 1(72) 発明者 ブルーム、デビッド・ダブリュー
アメリカ合衆国、カリフォルニア州
94043、ポートル・バレイ、ゴールデン
・オーク・ドライブ 140

(74) 代理人 弁理士 山崎 行造 (外 2 名)

審査官 瀬川 勝久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回折格子光二重集束装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光学システムにして、

- a. 光を発生させるための光源 (300) と、
 b. 前記光源 (300) からの光を受けるための光弁 (314) にして、該光弁 (314) は反射モード及び回折モードの各々で作動するよう選択的に構成可能な前記光弁 (314) と、
 c. 第 1 集束光路 (304) 中の前記光の第 1 部分を集束する装置 (302) と、
 d. 前記光の前記第 1 部分を前記第 1 集束光路を通して前記光弁 (314) に向ける装置 (312) と、
 e. 第 2 集束光路 (324) 中の前記光の第 2 部分を集束する装置 (322) と、及び
 f. 前記光の前記第 2 部分を前記第 2 集束光路を通して前記光弁 (314) に向ける装置 (332) とから成り、

2

前記光の前記第 1 部分は前記第 2 集束光路を通して前記光源 (300) に戻り、前記光の前記第 2 部分は反射モードにある前記第 1 集束光路 (304) を通して前記光源 (300) に戻り、前記光の前記第 1 部分と第 2 部分の第 1 の回折次数の回折は回折モードにある前記光学システムから出てゆくことを特徴とする前記光学システム。

【請求項 2】 前記光弁 (314) が回折光弁である請求項 1 の光学システム。

【請求項 3】 前記光弁 (314) が格子光弁である請求項 2 の光学システム。

【請求項 4】 入射角が第 1 の回折次数の回折角に等しい請求項 2 の光学システム。

【請求項 5】 前記光の前記第 1 部分を方向づける装置 (312) と前記光の前記第 2 部分を方向づける装置 (332) が転向ミラーを含む請求項 2 の光学システム。

3

【請求項 6】第 2 の回折次数の回折が前記転向ミラー (312、332) の一つによって遮断される請求項 5 の光学システム。

【請求項 7】前記光弁 (314) が反射モードに構成されているとき前記転向ミラー (312、332) が、前記光源 (300) から前記光弁 (314) への光進行の単一反射面となりかつ前記光弁 (314) からの光進行の単一反射面となる複数のサブミラー、を含み、前記光弁 (314) が回折モードに構成されているとき前記光の前記第 1 部分と第 2 部分の奇数の回折次数の回折が前記光学システムから出てゆく請求項 5 の光学システム。

【請求項 8】偶数の回折次数の回折が前記転向ミラー (312、332) の所定の一つによって遮断される請求項 7 の光学システム。

【発明の詳細な説明】

技術分野

本発明は光学装置の分野に関する。より詳細には本発明は反射光弁装置から集束した有用な光の量を増加させる装置に関する。光は、転向ミラーの分離角度を光弁の変更角度に合わせる転向ミラー装置を補助装置として、多重球形ミラーと集光レンズ装置を通して集束される。

発明の背景

光弁装置においては、光源からの利用可能な光を最大限に集束して装置の効率を高め、経費のかからない設計を維持することが重要である。ディスプレイ装置用のような精密な光源の経費はルーメン強度にしたがって劇的に増加する。光弁装置は透過及び反射の装置に分類することができる。

代表的な透過装置においては、集束ミラーが使用されて光を集束し弁を通して透過させる。集束リフレクターだけでは、光は光源の 1 側だけから集束される。集束リフレクターから集束した光は低度の視準を有する。しかし代表的な透過光弁装置は集束リフレクターによって光を集める。かかる透過装置は光源から放射された光の 55 % 以上を集束することができる。

反射光弁装置のためには、光視準の条件はより厳格であり、代表的な装置は集光レンズを使用して優れた視準を与える光を集束する。代表的な反射光弁装置は球形ミラー及び集光レンズの両者を使用して光源の二つの側から光を集束する。しかしかかる装置の効率は低い。例えば後部リフレクターを有する F/ .72 集光装置は放射した光の 18 % だけを集束する。

第 1 図は光源が転向ミラーの上に投影される代表的な回折光弁の構成を示す。光はバルブのように光源 100 から全方向に放射される。球形ミラー 102 に当たった光は集束され光源 100 に戻り、そのそばを通過する。同様に光源 100 を離れコンデンサーレンズ系 104 に当る光も集束される。第 1 図に示す例ではコンデンサーレンズ系 104 は複合レンズ装置である。当業者には他の形式のレンズ装置でも集光の機能を行わせることができることは明らか

4

であろう。球形ミラー 102 により集光された光は光源 100 を通過した後、コンデンサーレンズ系 104 に入る。球形ミラー 102 にもコンデンサーレンズ系 104 にも当たらない光は失われる。この浪費した照明は装置の効率の低下の原因となる。

コンデンサーレンズ系 104 は光源 100 からの光を回転ミラー 106 へ投影する。回転ミラー 106 はこの光を反射光弁 108 へ反射する。第 1 図に示す例ではシュリーレンレンズ 110 を転向ミラー 106 と反射光弁 108 との間に設ける。この例では反射光弁 108 は回折格子光弁である。この弁は反射又は回折のいずれの構成でも選択することができる。そのような装置の例は 1994 年 5 月 10 日にブルームその他に与えられた米国特許第 5, 311, 360 号、同時出願同時係属の米国特許出願第 08/482, 188 号 (フラット回折格子光弁)、及び同時出願同時係属の米国特許出願第 08/480, 459 号 (フラット回折格子光弁の製造方法及びその装置) に見出すことができる。構成を反射的にすると、反射光弁 108 に当たる光は鏡面反射をしてシュリーレンレンズ 110 を通して転向ミラー 106 に戻り、その後コンデンサーレンズ系 104 を通して光源に戻る。

弁が回折的である場合、回折角は既知であり回折格子の周期の機能として計算可能である。構成を回折的にすると、回折した光は転向ミラーのそばを通過して投影光学系 112 に入る。光は第 1 の回折次数の角度 θ 、及びその倍角の θ によっても回折することは良く知られている。反射光弁 108 から第 2 及び第 3 次数の回折角で出る光は瞳孔マスク 114 で遮断される。このような方法で所望の第 1 の回折次数の光が投影光学系 112 に与えられる。

光弁の回折角は、回折した光の全てを集束する転向ミラー上への光源の投影像により範囲が決められる角度、より大きいことが要求される。大きな光源のためには、これは輝度と妥協することなしに常に可能であるとはいえない。これは転向ミラーに対する光源の増幅を最大にすることを強いるか、或いは輝度を最大限にする代替的な技術が必要になる。これらの問題は小さな角度で光を回折する光弁にあてはまることがはっきりとした。

エイダホア (Eidaphor) は最も古い高輝度反射光弁プロジェクターである。これは電子ビームと共に整列した球形ミラー上の変形可能な油膜を利用する。整列すると、膜の局部的にフラットな表面は 40 ミクロンの周期を有する正弦曲面になる。回転ミラーへの入射光源の大きさは小さくなくてはならない。輝度を最大限にする一方、転向ミラーの寸法を小さくするためには多重転向ミラーを使用する。光は多重転向ミラーに向けるための単一のジメンション及び方向で集束されるだけである。光源からの光は集光レンズ装置により単一のジメンションで集束される。集光レンズから単一の方向に出る光は多重転向ミラーに衝突する。多重転向ミラーを使用することにより、回転ミラーの効率的な大きさは、ひとまとめにして光源から見たときに増大する。同様に小さな回転

ミラーはミラーのそばを通過する回折光の高度の回折次数モードを可能にする。転向ミラーにより反射した光はスプリッターを通過し、色で特定する変形可能な油膜／レフレクターに衝突する。赤、緑、及び青を発色するため三つの油膜／レフレクターが使用される。スプリッターと油膜／レフレクターの間にはレンズシステムが使用される。若し光が反射すると、それは光源に戻る。若し光が回折すると、それは転向ミラーのそばを通過し投射光学素子へ進む。第 1 図の例では光源からの光の重要な部分は消費されて装置には入らず弁に衝突しない。

少量の望ましくない光を第 2 の回折次数へ回折させる回折光弁に対しては、本装置は第 2 の回折次数の光が暗い状態へ回折されるだろうという不利益を有する。これはエイダホアにとっては利益となる。なぜならその暗い状態は光を高度の回折次数に回折させないからである。
発明の要約

反射／回折光弁装置は単一光源の周りのマルチジメンションから光を集束させる。これらマルチ集束ジメンションから光が弁に向けられ多重方向から衝突する。弁の構成を反射的にすると、光は光源に戻る。一方、弁の構成を回折的にすると、奇数の回折次数からの光は、装置の効率を大きく向上させる集束ジメンションの各々のために、弁から透過する。

図面の簡単な説明

第 1 図は先行技術の回折光弁装置のための第 1 光学装置の略図を示す。

第 2 図は本発明の好ましい実施例による反射光弁装置のための光学装置の略図を示す。

第 3 図は弁の構成を反射的にした場合の本発明の光学装置の一部の略図を示す。

第 4 図は弁の構成を回折的にした場合の本発明の光学装置の一部の略図を示す。

好ましい実施例の詳細な説明

本発明の好ましい実施例は回折に基づいた光変調器を使用するディスプレイ装置にある。この装置においては光弁は基体上に懸垂した整列可能な反射性リボン構造体の配列を含む。この配列の素子を整列させると、リボンは基体に向かって選択的に運動する。この運動量は入射光のスペクトルの中心波長の $1/4$ である。リボンが作動するとリボンは回折格子を形成し、通常の方法で機能する。リボンが作動しない場合、効率的にリボンは連続的なレフレクターの平面上にあり、円滑な鏡面ミラーのように作動する。

第 2 図は本発明の光学装置の略図を示す。単一光源 300 は全方向に分散する光を発生する。光は光源 300 からバルブのように全方向に放射される。第 1 球形ミラー 302 に当たる光は集束され、光源 300 に戻り、そのそばを通過する。同様に、光源 300 から出て第 1 コンデンサー装置 304 に衝突する光も、集束され、視準され、転向ミラ

ーに投射される。第 2 図に示す実施例ではコンデンサーレンズ系 304 は光を視準する第 1 レンズ 306、光を向け直す転向ミラー 308、及び続く転向ミラー 312 に光源 300 を投影する第 2 レンズ 310 を含む複合レンズ装置である。他の形式のレンズ装置でも集光機能を果たすように使用することができることは当業者には明らかであろう。ミラー 302 で集束された光も光源 300 を通過した後、コンデンサーレンズ系 304 に入る。

コンデンサーレンズ系 304 は光源 300 からの光の部分を経面転向ミラー 312 に投影する。転向ミラー 312 は光を反射光弁 314 に反射する。第 2 図に示す実施例ではシュリーレンレンズ 316 は転向ミラー 312 と光弁 314 の間に位置する。

第 1 図では、ミラーにもコンデンサーにも当たらない光は消滅する。この浪費した照明は装置の効率低下の原因となる。本発明による装置は装置の効率を改善するさらに二つの集束装置を提供する。これらの追加される集束装置はさもなければ消費されるかもしれない光を集束する。第 2 図の説明に戻ると、第 2 の集束光路は第 1 の集束光路の鏡像である。これら二つの集束光路の各々は二つのジメンションの各々で光を集束する。

第 2 の集束光路では第 2 の球形ミラー 322 によって集束され光源 300 に戻りそのそばを通過する。同様に、光源 300 を出て、第 1 コンデンサーレンズ系 324 に当たる光も集束され、視準され、転向ミラーに投影される。コンデンサーレンズ系 324 は光を視準する第 1 レンズ 326、光を向け直す転向ミラー 328、及び続く転向ミラー 332 に光源 300 を投影する第 2 レンズ 330 を含む複合レンズ装置である。ミラー 332 で集束された光も光源 300 を通過した後、コンデンサー 324 に入る。コンデンサーレンズ系 324 は光源 300 からの光の部分を鏡面転向ミラー 332 に投射する。光は転向ミラー 332 によって反射されてシュリーレンレンズ 316 を通過した後、反射光弁 314 に当たる。瞳孔マスク 334 が望ましくない多重の回折次数の光を遮断する。

第 3 図は転向ミラー 312、332、弁 314、及び第 2 図の瞳孔マスク 334 の略図を示す。シュリーレンレンズ 316 は本発明の詳細が曖昧にされるのを避けるため図面から除去されている。例えば第 1 の集束光路から転向ミラー 312 に当たる光は反射して弁 314 に当たる。反射状態では弁 314 は鏡面ミラーとして機能する。したがって光は弁 314 に入射する角度と同じ角度で弁 314 から出て、第 2 転向ミラーに当たり、第 2 の集束光路を通過して光源 300 に戻る。これら二つの集束光路は同等であるので第 2 の集束光路から第 2 の転向ミラー 332 に当たる光も弁 314 で反射して第 1 転向ミラー 312 に当たり、その後光源に戻る。装置から漏洩する光はない。

第 4 図は弁 314 が光を回折するよう構成されている点を除き第 3 図におけるものと同じ要素を示す。良く知られているように、弁 314 は θ の角度によって光を回折さ

7

せる。第1の回折次数の角度 θ で回折する所望の第1の回折次数の光は、図示するように転向ミラー312のいずれの側をも通過する。この光は投射光学素子336（第2図）によって集束される。

角度 $+2\theta$ で回折する望ましくない第2の回折次数の光は第2転向ミラー332に当たり、光源に戻る。角度 -2θ の第2の回折次数の光は図示のように瞳孔マスク334に当たる。第3図の回折次数の光の半分は装置から出てゆき、半分は瞳孔マスクで遮断される。角度 $+/-4\theta$ 、 $+/-5\theta$...で回折する望ましくない第4の、さらには多重の、回折次数の光も瞳孔マスク334に当たる。これら光路の鏡像は投影光学系に第2集束光路から光を提供する。第2の光路では第1の回折次数の光だけが回折される。

転向ミラーを分割して二つ又はそれ以上のサブミラーにすることは可能である。これら転向サブミラーはそれぞれ第1及び第2コンデンサーから来る光への単一連続反射面となるよう位置することができる。これら転向サブミラーも弁314からの回折光に対する分割した構造となるよう異なる軸線に沿って離隔した位置をとることができる。実際、これら転向サブミラーは第1、第3、第5、及び他の奇数の回折次数の回折光を可能とし、同時に第2、第4、第6、及び他の偶数の回折次数の回折光を遮断することができるよう位置することができる。

本装置の設計は以下のとおりである。光弁の回折角は

8

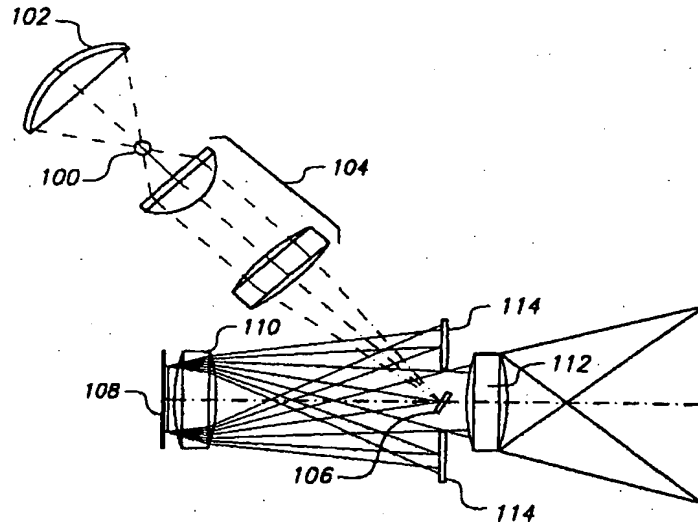
以下の方程式で与えられる。

$$\sin(\theta_d) = \lambda / \Lambda$$

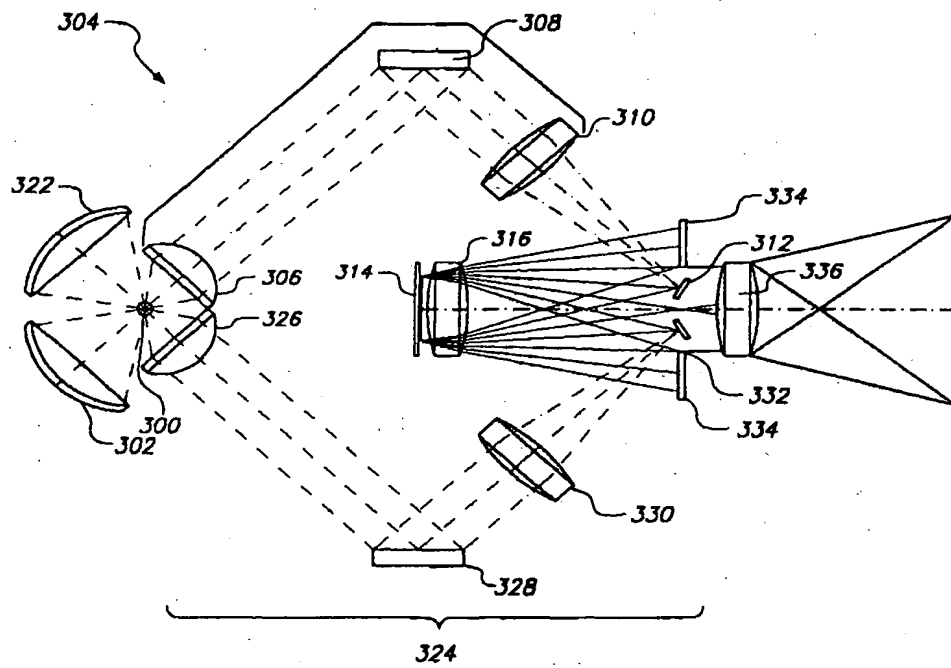
ここで θ_d は光弁の回折角、 λ は光の波長、 Λ は光弁の格子周期である。転向ミラーはシュリーレンレンズから水平距離が f であり、かつ光弁に対し直角な線においてその上及び下それぞれ垂直距離 $h = f \sin(\theta_d)$ のところに置かれる。対称とすることで、各転向ミラーは他の転向ミラーからの鏡面反射光のストップとして作動する。弁が“オン”状態にあり、光が0回折次数から高い回折次数モードに回折するとき、第1及び第3の回折次数の光が転向ミラー間及びその周りで回折するが、第2の回折次数の光は転向ミラーで遮断されるか、或いは投射レンズに当たらない。コントラスト比は転向ミラーを小さくしその周りの光をとめることで改良される。色彩による作動のためには、赤、緑、及び青の光を回折させる3個の光弁が使用される。最大輝度を得るために光弁の各々はそれぞれの色彩に同調させる。もし3個の光弁が一つの色だけに同調すると、転向ミラーの背後のストップの大きさを大きくして第2の回折次数の光を遮断する必要がある。

好ましい実施例を参照しつつ本発明を説明した。本明細書を読んだだけで当業者であれば明らかになる改良又は修正は、本出願の精神と範囲内のものであると思われる。

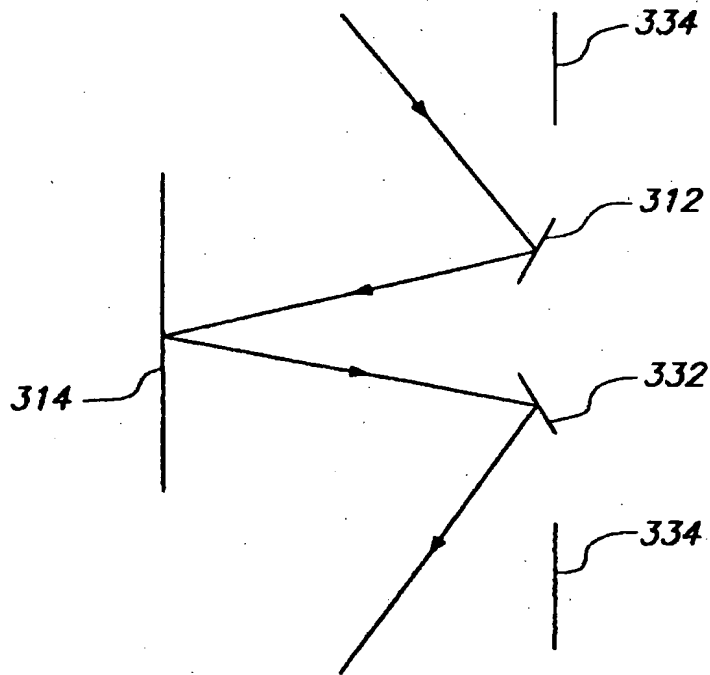
【第1図】



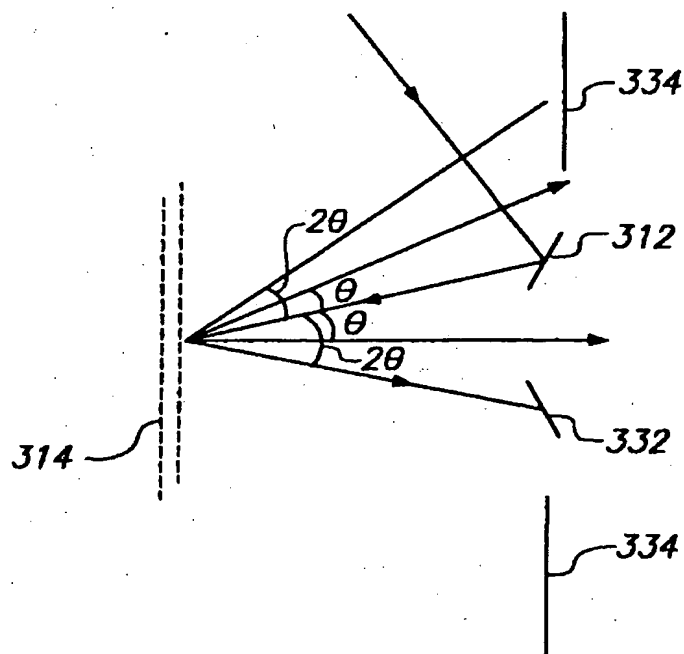
【第2図】



【第3図】



【第 4 図】



フロントページの続き

(72) 発明者 ルックス、ブライアン・イー
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州
 94024、ロス・アルトス・ヒルズ、マグ
 ダレナ・ロード 10321

(56) 参考文献 特開 平 4 - 251215 (J P, A)
 特開 平 3 - 100537 (J P, A)
 特表 平 6 - 503682 (J P, A)

(58) 調査した分野 (Int. Cl. ⁶, D B 名)
 G02B 27/54